

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-152216

(43)Date of publication of application : 18.06.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

H01L 21/302

(21)Application number : 03-339519

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI ENG & SERVICES CO LTD

(22)Date of filing : 29.11.1991

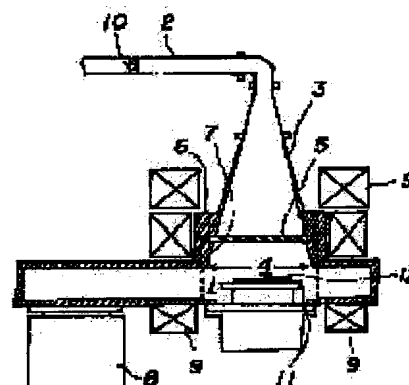
(72)Inventor : KOIZUMI TAKASHI  
SUZUKI KAZUO  
TETSUKA TSUTOMU  
YOSHIOKA TAKESHI  
SHIMA KENZO  
SATO JUNJI

## (54) PLASMA TREATMENT EQUIPMENT

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a plasma treatment equipment having a microwave introducing window, which is assembled and mounted simply and sufficiently resists pressure load applied to the microwave introducing window and in which microwave power induced into a plasma treatment chamber is maximized, as a microwave introducing window installed the coupling section of the plasma treatment chamber and a microwave waveguide.

**CONSTITUTION:** Fitting structure by an upper flange section 6 and a lower flange section 7 is used for the coupling of a conical type microwave waveguide 3 and a plasma treatment chamber 1, and a microwave introducing window (a dielectric discoidal member) 5 having specified material quality and specified thickness is held by these flange sections. The quality of material and the thickness of the microwave introducing window 5 are selected so that the reflectivity of microwaves is minimized and they resist vacuum force applied to the sectional area of the introducing window at that time. When the frequency of microwaves is 2.45GHz, the thickness of quartz is brought to 33mm when the quartz is used as the quality of material of the microwave introducing window 5, the thickness of alumina ceramics is brought to 21mm when alumina ceramics are employed, and tolerance is brought to approximately  $\pm 1$ mm respectively.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]In a plasma treatment apparatus of a method supplied to a plasma treating chamber using microwave waveguide which has the opening which made a cone form and spread microwave from a microwave source of release, A flange member of a couple formed in a connecting part of the above-mentioned opening and a plasma treating chamber with a fitting part, A plasma treatment apparatus having provided a dielectric plate-like member for the above-mentioned opening closure which was inserted in a fitting part of this flange member, and was held, and constituting the above-mentioned microwave waveguide and the above-mentioned tabular member to the above-mentioned plasma treating chamber enabling free attachment and detachment.

[Claim 2]A plasma treatment apparatus which frequency of microwave supplied from the above-mentioned microwave source of release is 2.45 GHz in an invention of claim 1, and construction material of the above-mentioned dielectric plate-like member is quartz, and is characterized by choosing the thickness as 33\*\*1 mm.

[Claim 3]A plasma treatment apparatus which frequency of microwave supplied from the above-mentioned microwave source of release is 2.45 GHz in an invention of claim 1, and construction material of the above-mentioned dielectric plate-like member is alumina ceramics, and is characterized by choosing the thickness as 21\*\*1 mm.

[Claim 4]A plasma treatment apparatus, wherein a dielectric barrier member is provided in a portion of a to [ from the above-mentioned microwave source of release of the above-mentioned microwave waveguide / the above-mentioned opening ] in an invention of claim 1.

[Claim 5]In an invention of claim 1, to the above-mentioned plasma treating chamber side of the above-mentioned dielectric plate-like member. A plasma treatment apparatus constituting so that a dielectric plate-like member which has two or more fine pores which maintained a gap of a prescribed dimension and have been arranged in parallel may be provided and a gas required for plasma treatment may be supplied in the above-mentioned plasma treating chamber via two or more above-mentioned fine pores from a gap between dielectric plate-like members of these two sheets.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]**Perform sputtering and etching to a substrate face using the charged particle in the plasma which this invention requires for the plasma treatment apparatus which used microwave, especially is generated in a processing chamber, or, It is suitable for what forms membranes by urging the reaction of material gas, for example, is related with the plasma treatment apparatus used as a semiconductor manufacturing device etc.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]**Although some which generate plasma are in a processing chamber and microwave waveguide and a plasma treating chamber penetrate microwave with the microwave energy introduced by this in a plasma treatment apparatus using the microwave waveguide combined with the plasma treating chamber, for example at this time, As for the vacuum in a processing chamber, it is common to be divided with the septum (microwave introduction opening sealing plate) to hold.

**[0003]**Since this septum makes microwave penetrate, that [ its ] whose construction material is a dielectric is common, but. Under some conditions, microwave was reflected by this septum, or there was dielectric loss by the construction material of a septum, for this reason, the loss of microwave power arose within the septum, and there was a possibility of microwave no longer having been efficiently transmitted in a processing chamber, or generating a rise in heat locally by power loss.

**[0004]**So, in JP,60-203001,A. In order to suppress the loss of the microwave power in a septum as much as possible, what put in order two or more dielectric plates thin enough, and installed them compared with microwave wavelength in microwave waveguide is used as a septum, As microwave is entered at right angles to this, a dielectric plate interval is adjusted so that reflection of the microwave in each septum may be offset, and the reflectance of microwave becomes the minimum generally, it is indicating about the art which raises the microwave introduction efficiency to a processing chamber.

**[0005]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]**Although characterized by using the thin dielectric plate of two or more sheets in the Prior art, In the device which supplies microwave power from the opening of a large area in the processing chamber of low pressure atmosphere, Since the vacuum force added to a septum increases with the area of a waveguide, with the structure which maintains the airtightness of the inside and outside of a processing chamber with the above-mentioned dielectric plate, the reliability on the intensity of a dielectric is low and there is a possibility that a dielectric plate may be damaged and the airtightness of a processing chamber may be torn. The interval of a dielectric plate must be adjusted and conventional technology requires highly precise assembly mounting work, in order to make reflectance of microwave into the minimum.

**[0006]**Therefore, in conventional technology, consideration was not carried out about the increase in efficiency of the maintenance work in the large plasma treatment apparatus of the throughput which enlarged the microwave introduction effective area product from a waveguide to into a processing chamber, but handling was troublesome and there was a problem that the enlarged practical use of throughput was not fully obtained.

**[0007]**Even if the purpose of this invention is a septum for microwave introduction installed in the

bond part of the waveguide and processing chamber which have an opening of a large area, it is simple for the assembly attachment, It is in providing the plasma treatment apparatus which can bear the pressure loading by the atmosphere enough, and can keep high enough the microwave power introduction efficiency into a processing chamber.

[0008]

[Means for Solving the Problem]The above-mentioned purpose an opening which spread in cone forms, such as a cone form and a pyramid form, to a connecting part of an opening of microwave waveguide and a plasma treating chamber which have A flange shape fitting member, It is attained by providing a dielectric plate-like member for opening closure (microwave introducing window) which was inserted in a fitting part of this flange shape fitting member, and was held. As shape of an opening of microwave waveguide at this time, and a dielectric plate-like member, a rectangle (a rectangle is included) or circular any may be sufficient.

[0009]

[Function]A flange shape fitting member enables attachment and detachment of microwave waveguide and a dielectric plate-like member to the above-mentioned plasma treating chamber. Therefore, it is easily maintainable by the ability to remove microwave waveguide and a dielectric plate-like member arbitrarily from a plasma treating chamber.

[0010]At this time, the construction material and thickness of a microwave introducing window (dielectric plate-like member), It enters here, the reflected wave produced on the boundary before and behind a microwave introducing window is offset outside a microwave introducing window to the wavelength of the microwave which passes through that, reflectance serves as the minimum, and what can bear the vacuum force added to the cross-section area of the position which installs an introducing window within a waveguide is selected.

[0011]And when the frequency of microwave is 2.45 GHz and it uses quartz as construction material of a microwave introducing window, the thickness shall be 21 mm when using 33 mm and alumina ceramics. There is about  $\pm 1$  mm of tolerance level in the range from which reflectance does not become a problem practically, respectively.

[0012]By choosing the thickness from which reflectance serves as the minimum with sufficient intensity to vacuum load in a microwave introducing window, As a result of being able to maintain airtightness by the introducing window of one sheet and the standing wave inside an introducing window serving as the minimum, the power loss of the microwave in an introducing window becomes the minimum, and can supply the maximum microwave power efficiently in a processing chamber.

[0013]Since a microwave introducing window may be constituted from a dielectric of one sheet compared with the method which constitutes a microwave introducing window from two or more dielectric plates, there are few airtight attaching parts, and they end and assembly mounting work is also simple for them.

[0014]

[Example]Hereafter, the example of a graphic display explains the plasma treatment apparatus by this invention in detail. Drawing 1 is one example of this invention, and in a figure, 1 is a plasma treating chamber, it holds low pressure atmosphere (several millimeter toll), introducing predetermined gas gas into an inside, stores the substrate 8 carried there at the substrate holder 9, and performs plasma treatment. 2 is rectangle microwave waveguide and serves to transmit 2.45-GHz microwave power from the microwave source of release which is not illustrated.

[0015]Serve to supply the 2.45-GHz microwave power which 3 is cone microwave waveguide and was supplied by the rectangle microwave waveguide 2 in the plasma treating chamber 1 from the opening 4 of a large area, and This sake, It is made with the microwave waveguide which spread in conical shape toward the plasma treating chamber 1 side.

[0016]It is made with the  $33\pm 1$ -mm-thick quartz plate whose 5 is a microwave introducing window (dielectric-discs-like member), The opening 4 of the cone microwave waveguide 3 is plugged up, and it serves to carry out the hermetic seal of the inside of the plasma treating chamber 1 which becomes the low pressure atmosphere of several millimeter toll out of the cone microwave waveguide 3 which is in an atmospheric pressure atmosphere state mostly.

[0017]6 is an upper flange part, it is made as some cone microwave waveguides 3, and the inner surface forms the about four opening [ of the cone microwave waveguide 3 ] upper part.7 is a lower flange portion, it is made as some plasma treating chambers 1, and the inner surface forms the opening 4 of the cone microwave waveguide 3.

[0018]And these upper flange parts 6 and the lower flange portion 7, It has mutually the cylindrical fitting part which is making the pair like [ a graphic display ], and the microwave introducing window 5 inserts in the matching portion of this fitting part via O ring seal, it is held, this maintains airtightness, and the low pressure atmosphere in the plasma treating chamber 1 is maintained. Airtightness is maintained.

[0019]8 is a vacuum pump, when required, it exhausts the inside of the plasma treating chamber 1, and it serves to maintain the low pressure atmosphere in this plasma treating chamber 1. 9 is a magnet coil for magnetic field generating, is installed in the periphery of the microwave waveguide 3 and the plasma treating chamber 1, and serves to generate a magnetic field in the plasma treating chamber 1. 10 consists of an alumina-ceramics board with a thickness of 21\*\*1 mm by which low attachment was carried out into the microwave waveguide 2, and even when the microwave introducing window 5 in the opening 4 is damaged, it enables it to be the 2nd microwave introducing window, and to hold airtightness. 11 is a substrate holder and serves to carry out installation maintenance of the semiconductor substrate 12 used as a workpiece at the position in the plasma treating chamber 1.

[0020]The microwave supplied to the processing chamber 1 via the microwave waveguides 2 and 3 in the plasma treatment apparatus by this example from microwave sources of release, such as a microwave oscillator which is not illustrated, By an interaction with the magnetic field generated in the plasma treating chamber 1 with the magnetic field generating coil 9, the gas gas in the plasma treating chamber 1 forms discharge plasma, this plasma is used, and sputtering, etching, or membrane formation is processed to the semiconductor substrate 12.

[0021]Since the microwave which should be introduced in the plasma treating chamber 1 is supplied by work of the cone microwave waveguide 3 in the plasma treating chamber 1 from the opening 4 of a big size in this example at this time, the large plasma treatment apparatus of throughput can be obtained easily.

[0022]According to this example, the bond part of the cone microwave waveguide 3 and the plasma treating chamber 1 is constituted that the upper flange part 6 and the lower flange portion 7 insert each other in, And since the hermetic seal of the microwave introducing window 5 is given with O ring seal, at the time of the maintenance in the plasma treating chamber 1, the microwave waveguides 2 and 3 can be easily removed from the plasma treating chamber 1.

[0023]Drawing 2 is what showed the situation of change of the reflectance of microwave to the thickness of the dielectric-discs-like member which constitutes the microwave introducing window 5, If microwave wavelength in a waveguide with a dielectric medium is set to  $\lambda$ , thickness  $t$  of the microwave introducing window 5 from which the reflectance of microwave serves as the minimum will be given by  $t = \lambda / 2$ .

[0024]And when suppressing reflectance within 5% and the frequency of microwave sets to 2.45 GHz as practical tolerance level, when the construction material of the microwave introducing window 5 is quartz, it is  $t = 33$ \*\*1 mm, and when alumina ceramics are chosen, it turns out that what is necessary is to just be referred to as  $t = 21$ \*\*1 mm.

[0025]The microwave introducing window with the above-mentioned thickness must also fill the intensity to vacuum load required for plasma treatment. The microwave waveguide diameter (equal to the diameter of the microwave introducing window 5)  $D$  and reflectance drawing 3 with the relation of thickness  $t$  of the window used as the minimum. The distributed-load model added to a disk is considered about vacuum load, and the diameter  $D$  of a microwave introducing window when the safety factor to stress is set to 10 about quartz and alumina ceramics, and the relation of thickness  $t$  which fills a safe range are shown.

[0026]It turns out that, as for thickness  $t$  from which the upper area of the straight line showing the relation between the diameter  $D$  and thickness  $t$  serves as a safe range, and in the case of not less than  $D = 200$  mm and alumina ceramics reflectance serves as the minimum in not less than  $D = 100$  mm when the construction material of a disk is quartz, constant value is taken so that clearly from this drawing 3. To  $t = 33$ -mm-thick quartz, to alumina ceramics (circular microwave introducing window  $D = 580$  mm or less in diameter, and  $t = 21$  mm in thickness), if it is  $D = 760$  mm or less in circular microwave introducing window diameter, about intensity, it turns out that the safe range to vacuum load is filled.

[0027]Next, drawing 4 is what showed the actual measurement of the density of the plasma generated in the plasma treating chamber 1 to the power of microwave about two sorts of cases which set thickness  $t$  of the microwave introducing window 5 made from quartz to 5 mm and 33

mm, It turns out that predetermined plasma density is obtained with the microwave power of about 1/2 to the case which was 5 mm in thickness in thickness in the case which was 33 mm.

[0028]Therefore, according to the above-mentioned example, since plasma production is performed efficiently in this way, it turns out that reflection of the microwave in the microwave introducing window 5 is suppressed by the minimum, and microwave is transmitted efficiently enough in the plasma treating chamber 1 as a result.

[0029]Drawing 5 is other one example of this invention, and this example, To the microwave introducing window 5 down side made from quartz in the example of drawing 1 (plasma treating chamber side), are the gas blow-off board 13 what was provided, and this gas blow-off board 13, It is made with the board of quartz as well as the microwave introducing window 5, and many stomata 13a are formed, and between the microwave introducing windows 5, the crevice g between predetermined sizes is separated and it is arranged.

[0030]And by for this reason, preparing the plasma treating chamber 1 the cylindrical flange insert portion 14, and carrying out inserting fitting of the same upper flange part 6 and the lower flange portion 7 as an example of drawing 1 into this flange insert portion 14, The cone microwave waveguide 3 is attached to the plasma treating chamber 1, and the microwave introducing window 5 is inserted and held between the upper flange part 6 and the lower flange portion 7.

[0031]Form the portion 14a projected to ring shape inside the flange insert portion 14 as an object for positioning of the microwave introducing window 5 and the gas blow-off board 13 at this time, and positioning is obtained by this, and. The gas introducing path 16 currently formed in the flange insert portion 14 as well as the crevice g between the microwave introducing window 5 and the gas blow-off board 13 is opened for free passage. Here, it comes to lead the introduced gas to the crevice g via the passage 17 of the ring shape formed of the notch portion formed in the lower flange portion 7, and the portion 14a projected to the above-mentioned ring shape from the gas introducing path 16.

[0032]Therefore, according to this example, it can be made to blow off uniformly from on the semiconductor substrate 12 which is a workpiece, and suitable plasma treatment can be easily obtained from the stoma 13a of a large number which have formed gas required for plasma treatment in the gas blow-off board 13. And in the example of this drawing 5, as well as the example of drawing 1, the thickness which combined the microwave introducing window 5 and the gas blow-off board 13, i.e., the thickness which added these together, is too made in 33 mm so that the conditions of the reflectance minimum over microwave may be fulfilled.

[0033]Therefore, also according to this example, the microwave introducing window 5 and the gas blow-off board 13 fully bear vacuum load, and their production efficiency of the plasma in the plasma treating chamber 1 is also fully improving.

[0034]Although the cone microwave waveguide 3 is used in the above example as microwave waveguide for supplying the microwave from a microwave source of release to a plasma treating chamber, If this invention is the microwave waveguide which has the opening which made the cone form and spread, it cannot be overemphasized that it may carry out using the microwave waveguide of what kind of shape, for example, may carry out using the microwave waveguide of a pyramid form. A deer is carried out and it cannot be overemphasized in this case that it is necessary to use a rectangular (quadrangle) dielectric plate-like member also as the microwave introducing window (dielectric-discs-like member) 5 in the above-mentioned example.

[0035]

[Effect of the Invention]Assembly attachment is easy even if it is a microwave introducing window of the large area installed in the bond part of a processing chamber and microwave waveguide according to this invention, The plasma treatment apparatus which has a microwave introducing window from which the microwave power which bears enough the pressure loading added to a microwave introducing window, and is introduced in this processing chamber becomes the maximum can be obtained easily.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]**It is an outline lineblock diagram showing one example of the plasma treatment apparatus by this invention.

**[Drawing 2]**It is a characteristic figure showing the relation of the reflectance to thickness  $t$  and the microwave according to the construction material of the microwave introducing window.

**[Drawing 3]**It is a characteristic figure showing the safety clearance value of thickness  $t$  to the diameter  $D$  of a microwave introducing window.

**[Drawing 4]**It is a characteristic figure showing the density of plasma and the relation of microwave power which are generated in a processing chamber according to the thickness of the quartz microwave introducing window in one example of this invention.

**[Drawing 5]**It is an outline lineblock diagram showing other one example of the plasma treatment apparatus by this invention.

**[Description of Notations]**

- 1 Plasma treating chamber
- 2 Microwave waveguide
- 3 Cone microwave waveguide
- 4 Opening
- 5 Microwave introducing window (dielectric-discs-like member)
- 6 Upper flange part
- 7 Lower flange portion
- 8 Vacuum pump
- 9 Magnet coil
- 10 The 2nd microwave introducing window
- 11 Substrate holder
- 12 Semiconductor substrate
- 13 Gas blow-off board
- 13a Stoma

---

**[Translation done.]**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-152216

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/205

21/302

識別記号

庁内整理番号

7454-4M

B 7353-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-339519

(22)出願日 平成3年(1991)11月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233044

株式会社日立エンジニアリングサービス

茨城県日立市幸町3丁目2番2号

(72)発明者 小泉 敬

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会

社日立製作所日立工場内

(72)発明者 鈴木 和夫

茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号 株式

会社日立エンジニアリングサービス内

(74)代理人 弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く

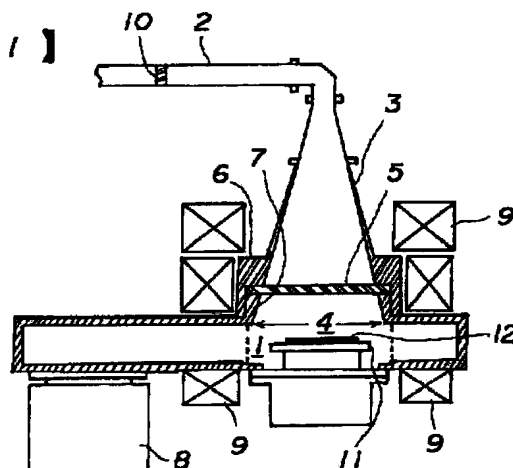
(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【目的】 プラズマ処理室とマイクロ波導波管との結合部に設置されるマイクロ波導入窓として、組立取付が簡単で、マイクロ波導入窓に加わる圧力荷重に充分耐え、かつ該処理室内に導入されるマイクロ波電力が最大になるマイクロ波導入窓を備えたプラズマ処理装置を提供すること。

【構成】 円錐形マイクロ波導波管3とプラズマ処理室1との結合を、上フランジ部6と下フランジ部7とによる嵌め合い構造にし、これらにより所定の材質で所定の厚さのマイクロ波導入窓(誘電体円盤状部材)5を挟んで保持する。このとき、マイクロ波導入窓5の材質及び厚みは、マイクロ波の反射率が最小となり、かつ導入窓の断面積に加わる真空力に耐えられるように選定する。マイクロ波の周波数が2、45GHzの場合、マイクロ波導入窓5の材質として石英を用いた場合には、その厚みを3.3mm、アルミナセラミックスを用いる場合には2.1mmとし、それぞれ許容範囲を±1mm程度とする。

【図1】



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロ波発生源からのマイクロ波を、錐体形をなして広がった開口部を有するマイクロ波導波管を用いてプラズマ処理室に供給する方式のプラズマ処理装置において、上記開口部とプラズマ処理室との結合部分に嵌合部をもって形成した一対のフランジ部材と、このフランジ部材の嵌合部に挟み込み保持した上記開口部封止用の誘電体板状部材とを設け、上記マイクロ波導波管と上記板状部材とを上記プラズマ処理室に対して着脱自在に構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 請求項1の発明において、上記マイクロ波発生源から供給されるマイクロ波の周波数が2.45GHzであり、上記誘電体板状部材の材質が石英で、且つ、その厚さが $3.3 \pm 1$ mmに選ばれていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 請求項1の発明において、上記マイクロ波発生源から供給されるマイクロ波の周波数が2.45GHzであり、上記誘電体板状部材の材質がアルミナセラミックスで、且つ、その厚さが $2.1 \pm 1$ mmに選ばれていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 請求項1の発明において、上記マイクロ波導波管の上記マイクロ波発生源から上記開口部に至るまでの部分に、誘電体隔壁部材が設けられていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】 請求項1の発明において、上記誘電体板状部材の上記プラズマ処理室側に、所定寸法の間隙を保って平行に配置した複数の細孔を有する誘電体板状部材を設け、プラズマ処理に必要な気体を、これら2枚の誘電体板状部材の間の間隙から上記複数の細孔を介して上記プラズマ処理室内に供給するように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロ波を用いたプラズマ処理装置に係り、特に処理室内で生成されるプラズマ中の荷電粒子を利用して基板表面にスパッタリングやエッチングを施したり、材料ガスの反応を促して成膜を行うものに好適な、例えば半導体製造装置等として使用されるプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】プラズマ処理装置においては、例えばプラズマ処理室に結合されたマイクロ波導波管を用い、これにより導入されたマイクロ波エネルギーによって処理室内にプラズマを生成するものがあり、このとき、マイクロ波導波管とプラズマ処理室は、マイクロ波は透過するが、処理室内の真空は保持する隔壁(マイクロ波導入開口部封止板)で仕切られているのが一般的である。

【0003】この隔壁はマイクロ波を透過させるため、材質が誘電体であるものが一般的であるが、或る条件のもとでは、この隔壁でマイクロ波が反射され、又は隔壁

の材質による誘電損失があり、この為に隔壁内でマイクロ波電力の損失が生じ、マイクロ波が処理室内に効率良く伝送されなくなったり、電力損失により局部的に温度上昇を発生したりする虞れがあった。

【0004】そこで、特開昭60-203001号公報では、隔壁におけるマイクロ波電力の損失を極力抑えるため、マイクロ波導波管内にマイクロ波波長に比べて十分に薄い誘電体板を複数枚並べて設置したものを隔壁とし、これに垂直にマイクロ波を入射させ、それぞれの隔壁におけるマイクロ波の反射が相殺されるように誘電体板間隔を調整し、総じてマイクロ波の反射率が最小になるようにして、処理室へのマイクロ波導入効率を向上させる技術について開示している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、複数枚の薄い誘電体板を用いることを特徴としているが、低気圧雰囲気下の処理室内に大面積の開口部からマイクロ波電力を供給する装置においては、隔壁に加わる真空力が導波管の面積と共に増加するので処理室内外の気密性を上記誘電体板で保つ構造では誘電体の強度上の信頼性が低く、誘電体板が破損して処理室の気密が破れる虞れがある。また、従来技術では、マイクロ波の反射率を最小にするためには、誘電体板の間隔を調整しなければならず、高精度の組立取付け作業が要求される。

【0006】従って、従来技術では、導波管から処理室内へのマイクロ波導入開口面積を大きくした処理能力の大きなプラズマ処理装置でのメンテナンス作業の効率化について配慮がされておらず、取扱が面倒で、大きくした処理能力の活用が充分に得られないという問題点があった。

【0007】本発明の目的は、大面積の開口部を有する導波管と処理室の結合部に設置されるマイクロ波導入用の隔壁であっても、その組立取付けが簡単で、大気による圧力荷重に充分耐え、且つ、処理室内へのマイクロ波電力導入効率を充分に高く保つことができるプラズマ処理装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、円錐形、角錐形などの錐体形に広がった開口部を有するマイクロ波導波管の開口部とプラズマ処理室との結合部分にフランジ状嵌合部材と、このフランジ状嵌合部材の嵌合部に挟み込み保持した開口部封止用の誘電体板状部材(マイクロ波導入窓)とを設けることにより達成される。なお、このときのマイクロ波導波管の開口部及び誘電体板状部材の形状としては、矩形(方形を含む)、或いは円形の何れでも良い。

## 【0009】

【作用】フランジ状嵌合部材は、マイクロ波導波管と誘電体板状部材とを上記プラズマ処理室に対して着脱自在にする。従って、プラズマ処理室から任意にマイクロ波

10

20

30

40

50

導波管と誘電体板状部材を取り外すことができ、メンテナンスを容易に行なうことができる。

【0010】このとき、マイクロ波導入窓(誘電体板状部材)の材質及び厚みは、ここに入射し、そこを通過するマイクロ波の波長に対して、マイクロ波導入窓の前後の境界で生じる反射波がマイクロ波導入窓の外で相殺され、反射率が最小となり、導波管内で導入窓を設置する位置の断面積に加わる真空力に耐えられるものを選定する。

【0011】そして、マイクロ波の周波数が2.45GHzの場合、マイクロ波導入窓の材質として石英を用いる場合はその厚みを33mm、アルミナセラミックスを用いる場合には21mmとする。実用上反射率が問題にならない範囲でそれぞれ±1mm程度の許容範囲がある。

【0012】さらに、マイクロ波導入窓を真空荷重に対して十分な強度を持ち反射率が最小となる厚みを選ぶことにより、一枚の導入窓で気密を保つことができ、また導入窓内部の定在波が最小となる結果、導入窓に於けるマイクロ波の電力損失が最小になり、処理室内に最大の

マイクロ波電力を効率良く供給できる。

【0013】また、複数の誘電体板でマイクロ波導入窓を構成する方式に比べ、マイクロ波導入窓は1枚の誘電体で構成しても良いために、気密保持部が少なく済み、組立取付作業も簡単である。

【0014】

【実施例】以下、本発明によるプラズマ処理装置について、図示の実施例により詳細に説明する。図1は本発明の一実施例で、図において、1はプラズマ処理室で、内部に所定の気体ガスを導入しながら低気圧雰囲気(数m

mトル)を保持し、そこに基板ホルダー9に搭載した基板8を収納してプラズマ処理を行なうようになっている。2は矩形マイクロ波導波管で、図示していないマイクロ波発生源から2.45GHzのマイクロ波電力を伝送する働きをする。

【0015】3は円錐形マイクロ波導波管で、矩形マイクロ波導波管2によって供給された2.45GHzのマイクロ波電力を、広い面積の開口部4からプラズマ処理室1内に供給する働きをし、このため、プラズマ処理室1側に向かって円錐状に広がったマイクロ波導波管で作

られている。

【0016】5はマイクロ波導入窓(誘電体円盤状部材)で、厚さが $33 \pm 1$ mmの石英板で作られ、円錐形マイクロ波導波管3の開口部4を塞ぎ、数mmトルの低気圧雰囲気になるプラズマ処理室1内を、ほぼ大気圧雰囲気状態にある円錐形マイクロ波導波管3内から気密封止する働きをする。

【0017】6は上フランジ部で、円錐形マイクロ波導波管3の一部として作られ、その内面は円錐形マイクロ波導波管3の開口部4近傍の上側部分を形成しているも

のである。7は下フランジ部で、プラズマ処理室1の一部として作られ、その内面は円錐形マイクロ波導波管3の開口部4を形成しているものである。

【0018】そして、これら上フランジ部6と下フランジ部7は、図示のように、相互に対をなしている円筒状の嵌合部を持ち、この嵌合部の突合せ部分にOリングシールを介してマイクロ波導入窓5が挟み込み保持され、これにより気密を保ち、プラズマ処理室1内の低気圧雰囲気を維持する。気密が保たれるようになっている。

【0019】8は真空ポンプで、必要なときプラズマ処理室1内を排気し、このプラズマ処理室1内の低気圧雰囲気を維持する働きをする。9は磁場発生用の電磁コイルで、マイクロ波導波管3及びプラズマ処理室1の外周に設置され、プラズマ処理室1内に磁場を発生する働きをする。10は第2のマイクロ波導入窓で、マイクロ波導波管2内にロウ付けされた厚さ $21 \pm 1$ mmのアルミナセラミックス板からなり、開口部4にあるマイクロ波導入窓5が破損した場合でも、気密が保持できるようにしている。11は基板ホルダーで、被加工物となる半導体基板12をプラズマ処理室1内の所定の位置に載置保持する働きをする。

【0020】この実施例によるプラズマ処理装置では、図示していないマイクロ波発振器などのマイクロ波発生源からマイクロ波導波管2、3を介して処理室1に供給されるマイクロ波と、磁場発生コイル9によりプラズマ処理室1内に発生する磁場との相互作用により、プラズマ処理室1内の気体ガスが放電プラズマを形成し、このプラズマを利用し、半導体基板12に対してスパッタリングやエッチング、または成膜などの処理を行う。

【0021】このとき、この実施例では、円錐形マイクロ波導波管3の働きにより、プラズマ処理室1内に導入されるべきマイクロ波が、大きな寸法の開口部4からプラズマ処理室1内に供給されるので、処理能力の大きなプラズマ処理装置を容易に得ることが出来る。

【0022】また、この実施例によれば、円錐形マイクロ波導波管3とプラズマ処理室1との結合部が上フランジ部6と下フランジ部7の嵌め合いにより構成され、且つマイクロ波導入窓5の気密封止がOリングシールにより与えられるようになっているので、プラズマ処理室1内のメンテナンス時には、マイクロ波導波管2、3をプラズマ処理室1から簡単に取り外すことが出来る。

【0023】図2は、マイクロ波導入窓5を構成する誘電体円盤状部材の厚さに対するマイクロ波の反射率の変化の様子を示したもので、誘電体媒質を持つ導波管内のマイクロ波波長を $\lambda_g$ とすると、マイクロ波の反射率が最小となるマイクロ波導入窓5の厚さ $t$ は、 $t = \lambda_g / 2$ で与えられる。

【0024】そして、実用上の許容範囲として、反射率を5%以内に抑える場合、マイクロ波の周波数が2.45GHzとすると、マイクロ波導入窓5の材質が石英の

場合には $t = 3.3 \pm 1 \text{ mm}$ であり、アルミナセラミックスを選んだ場合には、 $t = 2.1 \pm 1 \text{ mm}$ とすればよいことが判る。

【0025】上記の厚みを持つマイクロ波導入窓は、プラズマ処理に必要な真空荷重に対する強度も満たさなければならない。図3は、マイクロ波導波管直径(マイクロ波導入窓5の直径に等しい) $D$ と反射率が最小となる窓の厚み $t$ の関係とともに、真空荷重について円板に加わる分布荷重モデルを考え、石英及びアルミナセラミックスについて応力に対する安全係数を10としたときのマイクロ波導入窓の直径 $D$ と安全範囲を満たす厚み $t$ の関係を示したものである。

【0026】この図3から明らかなように、直径 $D$ と厚さ $t$ の関係を表す直線の上側領域が安全範囲となり、円板の材質が石英の場合に $D = 200 \text{ mm}$ 以上、アルミナセラミックスの場合に $D = 100 \text{ mm}$ 以上において、反射率が最小となる厚さ $t$ は一定値を取ることが判る。また、強度に関しては、厚さ $t = 3.3 \text{ mm}$ の石英に対して円形マイクロ波導入窓直径 $D = 580 \text{ mm}$ 以下、厚さ $t = 2.1 \text{ mm}$ のアルミナセラミックスに対して円形マイクロ波導入窓直径 $D = 760 \text{ mm}$ 以下であれば、真空荷重に対する安全範囲を満たしていることが判る。

【0027】次に、図4は、石英製のマイクロ波導入窓5の厚さ $t$ を $5 \text{ mm}$ と、 $3.3 \text{ mm}$ とした2種のケースについて、マイクロ波のパワーに対してプラズマ処理室1内に生成されるプラズマの密度の実測値を示したもので、厚さを $3.3 \text{ mm}$ としたケースにおいては、厚さ $5 \text{ mm}$ としたケースに対して、約2分の1のマイクロ波電力で所定のプラズマ密度が得られることが判る。

【0028】従って、上記実施例によれば、このようにプラズマ生成が効率的に行われていることから、マイクロ波導入窓5におけるマイクロ波の反射が最小に抑えられており、この結果、マイクロ波がプラズマ処理室1内に十分に効率良く伝送されることが判る。

【0029】図5は本発明の他の一実施例で、この実施例は、図1の実施例における石英製のマイクロ波導入窓5の下側(プラズマ処理室側)に、ガス吹き出し板13を設けたもので、このガス吹き出し板13は、マイクロ波導入窓5と同じく石英の板で作られ、多数の小孔13aが設けてあり、マイクロ波導入窓5との間に所定の寸法の隙間 $g$ を隔てて配置されている。

【0030】そして、このため、円筒状のフランジ挿入部14をプラズマ処理室1に設け、図1の実施例と同じ上フランジ部6と下フランジ部7が、このフランジ挿入部14内に挿入嵌合されることにより、円錐形マイクロ波導波管3がプラズマ処理室1に取付けられると共に、マイクロ波導入窓5が上フランジ部6と下フランジ部7の間に挟み込まれて保持されるようになっている。

【0031】また、このとき、マイクロ波導入窓5とガス吹き出し板13の位置決め用として、フランジ挿入部

14の内側に、リング状に突出した部分14aを形成し、これにより位置決めが得られるようにすると共に、マイクロ波導入窓5とガス吹き出し板13の間にある隙間 $g$ に、同じくフランジ挿入部14に形成してあるガス導入路16が連通するようにしてある。ここで、ガス導入路16から導入されたガスは、下フランジ部7に形成した切欠き部分と上記リング状に突出した部分14aとによって形成されるリング状の通路17を介して隙間 $g$ に導き入れられるようになっている。

【0032】従って、この実施例によれば、プラズマ処理に必要なガスを、ガス吹き出し板13に形成してある多数の小孔13aから、被加工物である半導体基板12の上から均一に吹き出させることができ、適切なプラズマ処理を容易に得ることができる。そして、この図5の実施例においては、マイクロ波導入窓5とガス吹き出し板13を組み合わせた厚み、つまり、これらを合算した厚さは、図1の実施例と同じく、マイクロ波に対する反射率最小の条件を満たすように、やはり $3.3 \text{ mm}$ に作られているものである。

【0033】従って、この実施例によっても、マイクロ波導入窓5とガス吹き出し板13とは十分に真空荷重に耐え、且つ、プラズマ処理室1内におけるプラズマの生成効率も十分に向上されているものである。

【0034】なお、以上の実施例では、マイクロ波発生源からのマイクロ波をプラズマ処理室に供給するためのマイクロ波導波管として、円錐形マイクロ波導波管3を用いているが、本発明は錐体形をなして広がった開口部を有するマイクロ波導波管なら、どのような形状のマイクロ波導波管を用いて実施してもよく、例えば角錐形のマイクロ波導波管を用いて実施しても良いことは言うまでもない。しかして、この場合には、上記実施例におけるマイクロ波導入窓(誘電体円盤状部材)5としても方形(四角形)の誘電体板状部材を用いる必要があることは言うまでもない。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、処理室とマイクロ波導波管との結合部に設置される大面積のマイクロ波導入窓であっても、組立取付が簡単で、マイクロ波導入窓に加わる圧力荷重に充分耐え、かつ該処理室内に導入されるマイクロ波電力が最大になるマイクロ波導入窓を有するプラズマ処理装置を、容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラズマ処理装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図2】マイクロ波導入窓の材質に応じた厚み $t$ とマイクロ波に対する反射率の関係を示す特性図である。

【図3】マイクロ波導入窓の直径 $D$ に対する厚み $t$ の安全限界値を示す特性図である。

【図4】本発明の一実施例における石英マイクロ波導入窓の厚みに応じて処理室内に生成されるプラズマの密度

とマイクロ波電力の関係を示す特性図である。

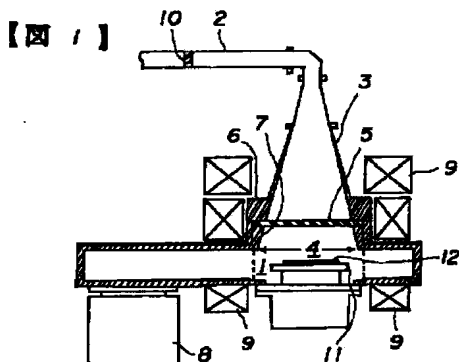
【図5】本発明によるプラズマ処理装置の他の一実施例を示す概略構成図である。

【符号の説明】

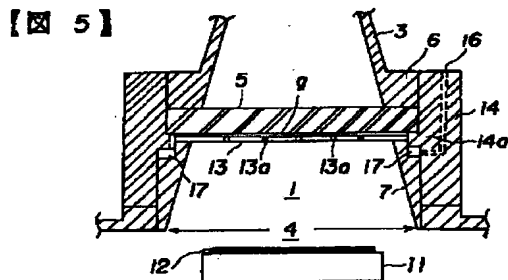
- 1 プラズマ処理室
- 2 マイクロ波導波管
- 3 円錐形マイクロ波導波管
- 4 開口部
- 5 マイクロ波導入窓(誘電体円盤状部材)

- \* 6 上フランジ部
- 7 下フランジ部
- 8 真空ポンプ
- 9 電磁コイル
- 10 第2のマイクロ波導入窓
- 11 基板ホルダ
- 12 半導体基板
- 13 ガス吹き出し板
- \* 13a 小孔

【図1】

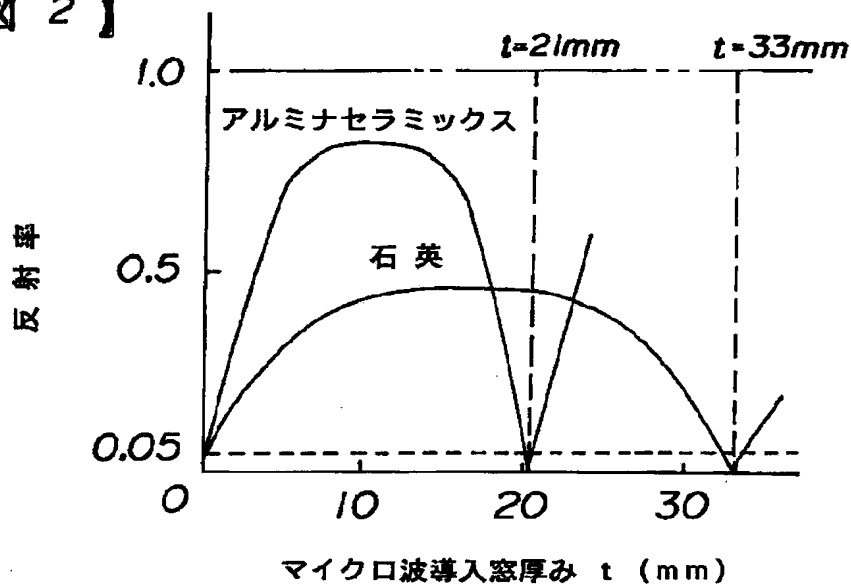


【図5】



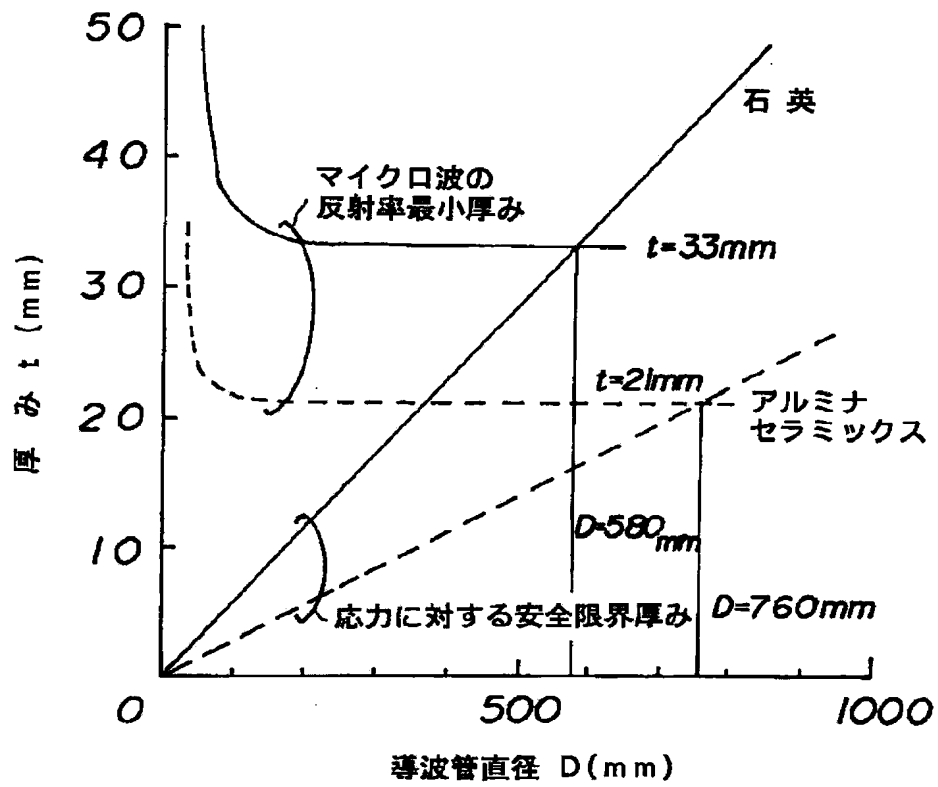
【図2】

【図2】

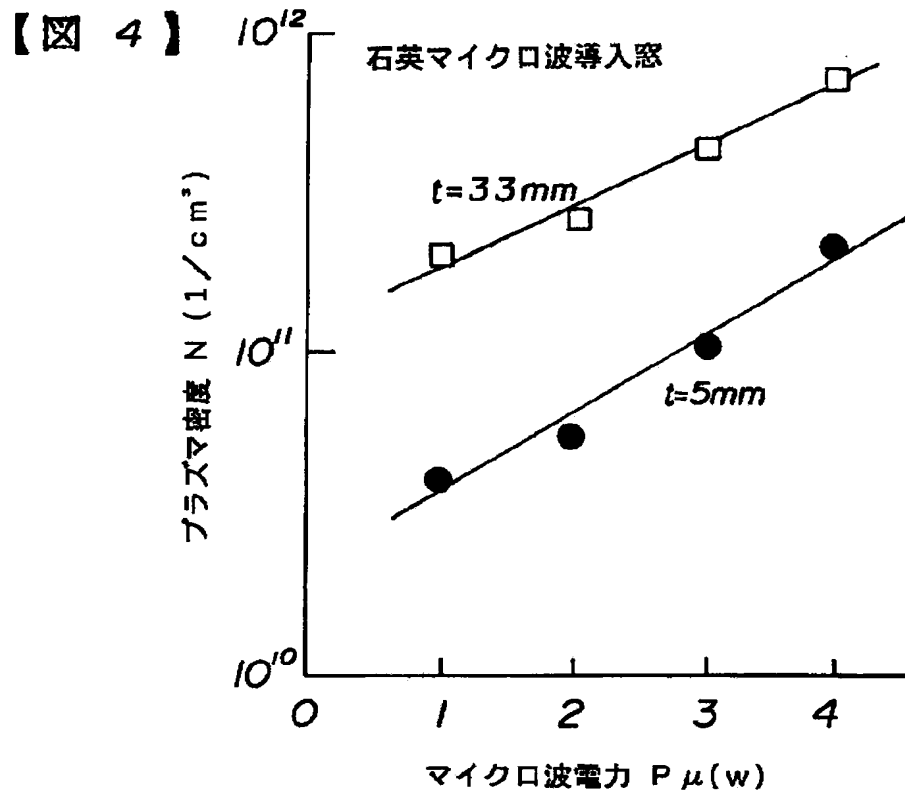


【図3】

【図 3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 手束 勉  
茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 吉岡 健  
茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 島 健蔵  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 佐藤 淳二  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内